

MAGNETIC HEAD AND PROCESS FOR PRODUCING THE HEAD

Patent Number: EP0880128, A4, B1

Publication date: 1998-11-25

Inventor(s): FUJISAWA MASAYASU (JP); AGARI HIROSHI (JP); CHIBA HIROMU (JP); HIRA YASUO (JP); OKAWA ATSUKO (JP); SAIKI NORIYUKI (JP); SUZUKI NOBUO (JP); SUZUKI SABUROU (JP); TOGAWA EISEI (JP); AKAMATSU KIYOSHI (JP); IMAYAMA HIROTAKA (JP)

Applicant(s): HITACHI LTD (JP)

Requested Patent: JP8315342

Application Number: EP19960915178 19960517

Priority Number (s): WO1996JP01310 19960517; JP19950141402 19950517

IPC Classification: G11B5/60; G11B21/21

EC Classification: G11B5/60D1

Equivalents: CN1190482, DE69615061D, DE69615061T, US6278582, WO9636965

Cited Documents: US5218494; JP1271169; JP60009656; JP2205479; JP7029139; JP7307070

Abstract

For removing re-deposited particulates produced during an etching process of a magnetic head slider and forming a minute chamfered portion, a polishing process is carried out by using polishing cloth such as non-woven polyester fabric after having formed rails of non-linear shape on a floating surface by the etching process. Thus, the re-deposited particulates produced during the etching process are removed,

whereby the reliability of the floating characteristic of magnetic head is improved. 

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



特開平8-315342

(43)公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G11B 5/60			G11B 5/60	C
5/187		7303-5D	5/187	Q
21/21	101		21/21	L

審査請求 未請求 請求項の数 11 FD (全16頁)

(21)出願番号 特願平7-141402
 (22)出願日 平成7年(1995)5月17日

(71)出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (72)発明者 大川 貴子
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株
 式会社日立製作所生産技術研究所内
 (72)発明者 日良 康夫
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株
 式会社日立製作所生産技術研究所内
 (72)発明者 今山 寛隆
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株
 式会社日立製作所生産技術研究所内
 (74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

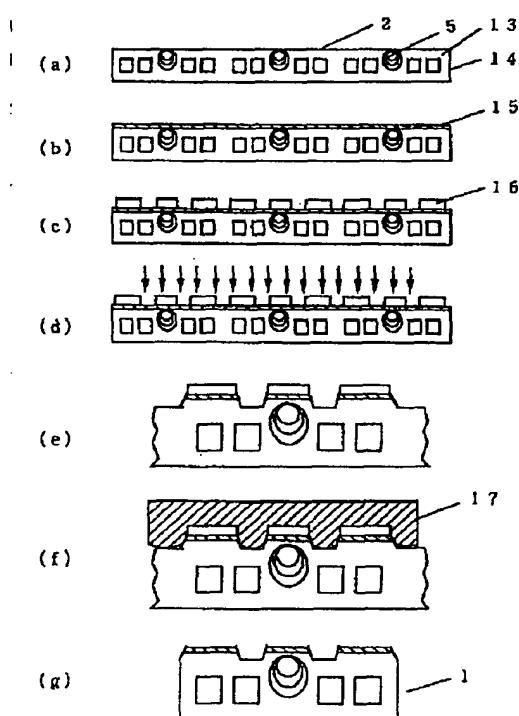
(54)【発明の名称】磁気ヘッド及び磁気ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【目的】磁気ヘッドスライダのエッティング加工時に生じる再付着物を除去し、また、微小なチャンファを形成する。

【構成】浮上面に非直線形状のレールをエッティング加工により形成した後に、ポリエスチル不織布などの研磨布を用いて研磨加工を行う。

【効果】再付着物が除去され、浮上特性の信頼性が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非直線形状のレールを有する磁気ヘッドスライダにおいて、浮上面にレールをエッティングもしくは反応性イオンエッティングもしくはスパッタエッティングもしくはイオンミリングにより加工した後に研磨を行うことを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の研磨工程において砥粒を含む研磨液を用いて研磨することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の研磨工程において砥粒を含まない研磨液を用いて研磨することを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 請求項 3 記載の研磨工程において研磨液が水であることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 記載の研磨工程において研磨布を用いることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載の研磨工程において研磨布が不織布であることを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 非直線形状のレールを有する磁気ヘッドスライダにおいて、浮上面のレールの角部に傾斜面もしくは曲面を有することを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項 8】 請求項 7 記載の磁気ヘッドスライダにおいて、レールの面積に対して傾斜面もしくは曲面の面積が占める割合が 10 % 以下であることを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項 9】 請求項 7 記載の傾斜面もしくは曲面の大きさが、幅 1 μ m 以下、高さ 0.008 μ m 以下であり、レールの面積に対して傾斜面もしくは曲面の面積が占める割合が 10 % 以下であることを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項 10】 非直線形状のレールを有する磁気ヘッドスライダにおいて、浮上面のレールの角部近傍の保護膜の厚さがレール中央部の保護膜の厚さに比べ薄いことを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項 11】 請求項 7 乃至 10 記載の磁気ヘッドスライダを搭載した磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ディスク装置及びその製造技術に関し、特に非直線形状のレールを有する浮上面の小さい薄膜磁気ヘッドの製造方法及び磁気ヘッドスライダの形状に関する。特に、本発明はドライエッティング技術に係り、エッティング速度の遅いセラミックス等の加工時に生じる再付着物を除去する加工方法に関する。また、安定した低浮上量を得ると共に、ヘッドクラッシュを防止するのに好適な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気ディスク装置の記録密度は年々飛躍的に向上しており、そのためには磁気ヘッドの浮上量を

低減することが必須となっている。図 10 は磁気ヘッドの浮上状態を説明する図であって、磁気ヘッド 1 は、磁気ディスク 11 と相対する面である浮上面 2、テーパ部 4、磁気素子 5、空気流入端 7、空気流出端 8 を有し、板バネ 10 により支持されている。浮上面 2 には図 2 に示すレール 3 が形成されている。磁気ディスク回転停止時は磁気ヘッド 1 と磁気ディスク 11 は接触状態にあるが、回転数が一定値に達すると、レール 3 に沿って空気流入端 7 から流入し空気流出端 8 から流出する空気流 4 10 0 により空気ペアリングスライダ機構が形成され浮上力が発生し、板バネ 10 の押圧力と浮上力により浮上量 1 2 が決定される。この浮上量 1 2 を低減するとともに、磁気ディスクの内周と外周の周速度の差に起因する浮上量変動を低減することも重要な課題の一つである。

【0003】 図 11 は従来の磁気ヘッドスライダ及びその加工方法を示す図であり、従来の磁気ヘッドスライダは直線のレール 3 を有し、その加工は砥石 27 を用いた機械加工によって行われていた。図 14 は周速度と浮上量の関係を示すものであり、直線形状のレールの場合はディスクの周速度の使用範囲 15 から 35 m/s において浮上量は約 140 から 200 nm であり、浮上量はディスク内外周において約 60 nm 变動しており周速度に大きく依存している。また、直線形状のレールにおいてはレール幅と浮上量が比例関係にあり、浮上量を低減するためにはレール幅をより細幅とすることが望まれるが、図 11 に示す磁気素子 5 の部分においてはレール幅は磁気素子 5 と同等の幅が必要であるためおのずと限界が生じる。そこで、米国特許第 4,673,996 号に開示されているようにレール 3 の前期空気流に沿う角部 20 にチャンファと呼ばれる傾斜面を設けることにより浮上量の低減とその変動の抑制を実現している。この傾斜面は、浮上面とのなす角度が 0.5 度から 2 度の間であり、レールの面積に対してチャンファの面積が占める割合は 12.5 から 22.5 % であり、チャンファの一例としては 10 μ m 程度の幅と 2 μ m の高さを有する。また、特開平 63-103406 号公報に開示されているようにレール 3 の一部分を細幅とすることによっても浮上量の低減とその変動の抑制が実現されている。また、特開平 4-188479 号公報に開示されているようにレール 3 の前期空気流に沿う角部に流入端から流出端に向かって徐々に幅が広くなる傾斜面を設けることによつても浮上量の低減とその変動の抑制が実現されている。このようなチャンファを設けることにより、浮上量は図 14 に示すように、周速度 15 から 35 m/s において約 80 から 120 nm と低浮上化され、同時にディスク内外周での浮上量変動も約 40 nm と低減されている。近年、浮上量を低減する最も有効な手段として、特開平 4-276367 号公報に開示されているように非直線形状のレールを用いる方法が盛んに行われている。非直線形状のレールを有する磁気ヘッドの一例を図 12 に示す。

す。このような非直線形状のレールを用いる場合、浮上量は図14に示すように、周速度15から35m/sにおいて約60から75nmと低浮上化され、ディスク内外周での浮上量変動も約15nmと非常に小さくなっている。非直線形状のレールは、前記の直線形状のレールにチャンファを施した場合と同等あるいはそれ以上の浮上量低減効果を有し、特にディスクの内外周の周速度の差に起因する浮上量変動を抑制する効果が大きい。それ故、直線形状のレールにチャンファを施した物と同等以上の効果を持つ非直線形状のレールにチャンファを施すことは、さらにより一層の浮上特性の向上が期待でき、実現できる浮上量とその安定性がよりすぐれているために、直線形状のレールにチャンファを施す場合とその効果を厳密に区別する必要がある。現時点では非直線形状のレールにチャンファを設けた例は開示されていない。非直線形状のレールはチャンファなしでも浮上量を低減し浮上量変動を押さえる効果が十分大きく、わずかなチャンファを設けることで浮上特性をさらに向上する効果が期待できるため設けるチャンファの最適形状は、直線形状の場合に比べて小さく、かつ高精度な加工が要求される。

【0004】チャンファ形状は以上述べた浮上特性を向上する効果の他に特開昭60-9656号公報に開示されている次なる効果も有する。図10に示すように浮上量は空気流入端7に比べ空気流出端8の方が小さく磁気ディスク11と接触しやすい状態にある。そのため磁気ヘッド1の空気流出端8の形状は磁気ディスク11への損傷防止かつ磁気ヘッド自身への損傷防止のためにもなめらかな形状であることが望まれ、チャンファが形成されている。このような効果を非直線形状のレールにおいても実現するためには、上記浮上特性に及ぼす効果と同様に厳しい精度が要求される。

【0005】非直線形状のレールを有する磁気ヘッドの形成プロセスを図13を用いて説明する。基板材料であるアルミナチタンカーバイド13に磁気素子5を形成した後、該基板を複数のスライダからなるブロック14に切断し所定の寸法になるように研磨して浮上面2を形成し(a)、浮上面に保護膜15をスパッタ、CVD等で成膜し(b)、レールを形成するためのマスク材であるレジスト16を塗布しリソグラフィーによりレジストパターンを形成して(c)、浮上面にエッチング加工によりレールを形成し(d)(e)、個々のスライダに切断し(f)図12の磁気ヘッド1'を得る。浮上面にレールを形成する工程(d)は、レール形状が非直線のため従来の砥石を用いた機械加工により形成することは不可能であるため、通常反応性イオンエッチング、プラズマエッチング、スパッタエッチングやイオンミリングのようなエッチング加工が用いられる。基板材であるアルミナチタンカーバイドはエッチングガスとの反応性が非常に低いためにエッチング加工は主に高エネルギーのイオ

ンの衝撃による物理的な除去作用による。そのため、物理的にエッティングされ飛散した被エッティング物はすべて真空ポンプ側へ排気されるのではなく、図5(a)に示すように一部マスク材料やアルミナチタンカーバイドの側壁に付着する。この現象を再付着と呼ぶ。この再付着物19は、マスク材であるレジスト16を除去した後も図5(b)に示すように突起状に残って形状不良を生じる。この再付着を除去するために、特開平5-109668に示されているアルゴンイオンビームの基板への入射角度を加工中に変化させることにより再付着を除去する方法が開示されている。この方法は、アルゴンイオンビームの入射角度が5度以内でまず加工を行いその後イオンビームの入射角度を30度以上として再付着を除去するという方法である。また、特開平6-13357号公報に示すようにイオンミリング後に等方性のプラズマエッチングを行うことにより再付着を除去する方法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】磁気ヘッドスライダの

加工において再付着が生じると、エッティング加工後にマスク材料の除去を行っても依然として再付着物が磁気ヘッドスライダレールの浮上面に残り、磁気ヘッドの始動、停止時に磁気ディスクへ傷を付ける、再付着物が磁気ディスク装置使用中に落下し不良の原因となる等の問題がある。そればかりではなく、浮上量は年々低下しているために、この再付着物の浮上面からの高さが浮上量と同等になり、磁気ヘッドの浮上そのものに深刻な影響を及ぼす。そのため再付着を除去するプロセスの開発が要求されている。前記従来例に開示されているアルゴンイオンビームの入射角を変えて再付着を除去する方法は、再付着除去方法として最も有効な方法の一つであるが、磁気ヘッドスライダの基板材料であるアルミナチタンカーバイド等のセラミックのイオンミリング等のエッティング加工においては以下の理由のため再付着を除去することはできない。アルミナチタンカーバイドをレジストをマスク材料としてアルゴンガスを用いたイオンミリングにより加工する場合の再付着形成について図21を用いて説明する。図21は再付着が形成される概念図であり、16はレジスト、13はアルミナチタンカーバイド、19及び19aは再付着物、39はイオンビームである。イオンビーム39がレジスト16及びアルミナチタンカーバイド13に照射されるとイオンの衝撃によりそれぞれの材料の微粒子が放出される。放出された微粒子のあるものは真空チャンバー内の雰囲気中に浮遊し真空ポンプへと排気され、またあるものはレジストやアルミナチタンカーバイドの表面に衝突する。レジストやアルミナチタンカーバイドの表面に衝突した微粒子は、そのまま付着するものと跳ね返されて再度放出されるものとがあり、付着する確立はイオンビームのエネルギーや被加工材等の加工条件に依存する。イオンミリングのよ

うに高エネルギーのイオンビームによる加工の場合この付着確率はかなり高く1に近いものと考えられている。そのため加工中はレジストとアルミナチタンカーバイドの表面にはアルミナチタンカーバイドもしくはレジストもしくはその2材料の混合物から成る微粒子が常に付着している。ここで、アルミナチタンカーバイドとレジストのイオンミリング速度を図22に示す。アルミナチタンカーバイドのイオンミリング速度に対するレジストのイオンミリング速度の比(以下これを選択比と呼ぶ)はイオンビームの入射角度によって変化するが約0.3から0.5とレジストの加工速度のほうが常に2倍から3倍速い。そのために、図21に示すようにレジストの側壁にアルミナチタンカーバイドからなる再付着物19が付着するとその部分はまわりのレジストに比べミリング速度が遅く加工量に差があるため凹凸が形成される。この凹凸の上に微粒子の付着が繰り返されることにより図5(a)に示すような再付着層が形成される。前記実施例はイオンビームの入射角度を変化させてレジストと被加工材料の側壁に入射するイオンビームの量を増やして再付着を除去する方法であるから、このアルミナチタンカーバイドの加工においてもイオンミリングの途中でイオンビームの入射角度を大きくしてみる。イオンビームの入射角度を60度以上とすると側壁に再付着物が付着する速度よりも側壁に付着した再付着物がエッチングされる速度のほうが大きくなるため、理論的には再付着物は除去されるはずである。しかしながら、このアルミナチタンカーバイドの加工においてはアルミナチタンカーバイドとレジストの加工速度が大きく異なり前述のように側壁に図21(b)に示す凹凸即ち荒れが生じこの荒れの凹部分に付着した再付着物19aはイオンビームの入射角度を90度以上にしない限りはイオンビームにさらされないため除去不可能である。しかしながら、イオンビームの入射角度を90度以上にすると側壁はすべてイオンビームに対してレジストの陰の部分になってしまふため側壁にイオンビームは入射せずこのような加工条件は実現しない。この側壁の荒れの原因はレジストとアルミナチタンカーバイドの選択比が悪いことにあり、もし選択比が1程度であれば荒れは生じず再付着も発生しないが、アルミナチタンカーバイドと同程度に加工速度の遅いレジストは、現時点では存在しない。従来アルミナチタンカーバイドの加工においては、イオンビームの入射角を初めは加工速度の速い45度で加工し、所望の加工量に近くなったら入射角を75度にして再付着物の除去を行っていた。図23(a)に示すように45度で加工したときはレジストとアルミナチタンカーバイドの側壁には多くの再付着物が見られ、図23(b)に示すように75度で加工することにより再付着物はかなり除去されるが上述した理由により依然として再付着物はわずかに残り、レジスト除去後においても図23(c)に示すようにごくわずかな再付着物が残る。アルミナチタ

ンカーバイドの加工においては、このようにイオンミリング時のイオンビームの入射角度を変化させても除去すことができない微少な再付着が特に問題となつており、その除去方法を確立することが課題となっている。【0007】また、等方性のプラズマエッティングにより再付着を除去する方法は薄膜プロセスが主体で加工量の少ない半導体プロセスにおいては有効であるが、磁気ヘッドスライダの場合は加工量が大きく同時に再付着量も多いためこの手法では長時間を要することが問題である。さらに、磁気ヘッドスライダはレールの幅とその深さが浮上量に密接に関係するため、加工精度が非常に厳しく上記等方性のエッティングは側壁のエッティング量が多いために加工中の寸法シフトが大きく、形状が大きく変化するため適用することはできない。【0008】磁気ヘッドスライダの製造方法において、再付着を浮上面のみならずレールの側壁部分においても完全に除去でき、かつレールの寸法変化の非常に小さい再付着除去方法を開発することが課題となっている。【0009】また、非直線形状のレールを採用することにより浮上量は低下し、同時にディスク内外周の収束度の差に起因する浮上量変動が低減されたが、さらに浮上特性を向上するためにはレールの角部にごく小さいチャンファ部を形成することが有効である。また、磁気ディスク始動停止時の衝撃を緩和するために、空気流出端においてもチャンファが形成されていることが望ましい。これらのチャンファは従来の直線形状のレールに設けられていたチャンファに比べ、その大きさが10分の1程度と小さく、また、非常に厳しい加工精度が要求されている。このようなチャンファは、従来の直線形状のレールにおいては、切削やテープ研磨によって形成されていたが、非直線形状のレールに対してはそのような加工技術でチャンファを形成するのは困難である。そこで、非直線形状のレールに高精度なチャンファを設ける加工技術を開発することも課題となっている。【0010】【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明では浮上面に非直線形状のレールをエッティング加工により形成した後に研磨加工を行う。この研磨加工においては砥粒を含んだ研磨液ないし砥粒を含まない研磨液ないし水が研磨液として用いられる。また研磨布、特にポリエスチル不織布を用いて研磨するのが有効であることが見いだされた。【0011】【作用】磁気ヘッドスライダのレールをエッティング加工により形成した後に研磨加工を行うことによって、エッティング加工によりレール及びレジストの側壁に付着した再付着物がすべて除去される。この作用は砥粒を含んだ研磨液を用いる場合、砥粒を含まない研磨液を用いる場合、水を研磨液として用いる場合いずれにおいても有効である。また、研磨布を用いる場合、特にポリエスチル

不織布を用いる場合その効果が顕著である。研磨により再付着物が完全に除去されることによって、再付着物がディスクを傷つける、ディスク上に落下した再付着物が読み書き時の障害となるといった不良は発生しなくなり信頼性の高い磁気ディスク装置を製造することができる。また、レールの角部に微小な傾斜面もしくは曲面からなる微小なチャンファが形成される。このチャンファによって浮上量及び浮上量変動を低減することが可能となる。また、このチャンファは空気流出端 7 においても形成されるため磁気ディスク始動停止時に磁気ディスクへ与える衝撃を減少できる。

【 0 0 1 2 】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に従って説明する。

【 0 0 1 3 】 (実施例 1) 本発明の第 1 の実施例を図 1 から図 9 及び図 19 を用いて説明する。図 2 は本発明により形成された磁気ヘッド 1 の概観図である。本発明の磁気ヘッド 1 は浮上面 2、該浮上面に形成された非直線形状のレール 3、テーパ部 4、磁気素子 5、素子形成部 6、空気流入端 7、空気流出端 8 を有し、レール 3 の角部には微小な傾斜面 9 が存在する。

【 0 0 1 4 】 本発明の磁気ヘッドスライダの作成プロセスを図 1、図 3、図 4、図 8、図 9、及び図 19 を用いて説明する。図 3 に示すように、アルミナチタンカーバイド 13 に磁気素子 5 を形成した後、所定の寸法に切断して複数のヘッドブロック 14 を形成し、このヘッドブロックをヘッドブロック研磨治具 20 に固定して研磨を行い浮上面 2 を形成する。このヘッドブロック 14 をヘッドブロック固定治具 18 に整列配置する。このブロックを磁気素子側から見た側面図を図 1 (a) に示す。浮上面 2 に保護膜 15 をスパッタもしくは CVD により成膜した後 (b)、レジスト 16 を塗布してリソグラフィーによりレール加工用のマスクを形成する (c)。レジスト 16 をマスク材としてエッチング加工、例えばアルゴンガスを用いるイオンミリング (d) によりレジストのレールパターンをアルミナチタンカーバイドに転写する。図 19 は公知のイオンミリング装置の構成図である。図 19 において 13 はアルミナチタンカーバイド、28 は試料ホルダ、29 は真空ポンプ、30 は試料交換室、31 は永久磁石、32 はソレノイドコイル、33 はマイクロ波、34 はマイクロ波発振器、35 はガス導入口、36 はプラズマ、37 は引き出し電極である。本装置は、ガス導入口 35 よりイオンミリングガスを供給し、マイクロ波 33 によりプラズマ 36 を励起し、イオンを引き出し電極 37 により高エネルギーに加速して引き出し、試料に照射して加工を行うものである。イオンミリング条件の一例は次の通りである。イオンミリングガスにはアルゴンを用い、流量 10 sccm、真空度 0.2 Pa、ビーム電流密度 0.8 mA/cm²、加速電圧 900 V、ビーム入射角度 45°、加工時間 480 分である。この

ようにして加工されたレール 3 の溝深さは約 10 μm である (e)。このときのレールの断面形状を図 5 (a) に示す。アルミナチタンカーバイドとレジストの側壁全体にかけて再付着物 19 が付着している。そこで、イオンミリング後、研磨布 17 を用いて研磨加工 (f) を行い、イオンミリング時に生じた再付着物を除去する。このときの研磨加工について以下に詳述する。図 4 は、ヘッドブロック 14 の研磨加工の概念図である。図 4 において、14 はヘッドブロック固定ジグ 18 上に固定されたヘッドブロック、21 は回転可能なチャック、17 は回転可能な定盤 22 の上に貼付けた研磨布、23 は研磨液である。本発明の再付着除去研磨加工によりイオンミリング時に生じた再付着物を除去するプロセスを図 4 を用いて説明する。図 4 に示すように、ヘッドブロック固定ジグ 18 上に固定されたヘッドブロック 14 をチャック 21 に取り付け、回転する研磨布 17 の表面に研磨液 23 を供給しながら、ヘッドブロック固定ジグ 18 上に固定されたヘッドブロック 14 を研磨布 17 に押圧摺動させながら、定盤 22 の半径方向に摺動させる。研磨条件の一例は次の通りである。定盤 22 及び研磨布 17 の直径は 300 mm、チャック 21 と定盤 22 の回転数は、同方向に 20 r/min、チャック 20 の摺動幅 10 mm、摺動速度 5 mm/sec、研磨圧力 10 kPa、平均研磨速度 80 mm/sec、研磨布 17 としてポリエステル不織布、研磨液 23 として平均粒径 0.25 μm のダイヤモンドスラリを用い、10 ml/min の量を滴下した。研磨時間は 10 分である。本発明において使用するポリエステル不織布はたとえば suba 400 (ロデールニッタ社の商品名)、Baikalox CA (Baikalox 社の商品名)、ベルエースの下地 (鐘紡の商品名) 等であって図 24 (a)、(b) の SEM 写真に示すように表面がけばだった構造を有している。このようなポリエステル不織布は、図 24 (c) に示す発泡ポリウレタンからなるスエードと呼ばれる研磨布に比べて変形しやすいという特徴を持つ。図 25 は圧力と研磨布の変形量の関係を示すものであって、ポリエステル不織布である suba 400 はスエードである NF 200 に比べてわずかな荷重で大きく変形している。本発明の再付着除去研磨加工においては、イオンミリングにより加工されたレールの側壁に研磨布が十分に変形して接触し再付着物を漏れなく研磨することが重要であるため変形しやすいポリエステル不織布を使用するのが望ましい。上記研磨条件において、ポリエステル不織布は十分に変形し、図 1 (f) に示すようにレジスト及びレールの側壁とポリエステル不織布は接触した状態で研磨が行われる。この再付着除去研磨加工後のレールの断面形状を図 6 (a) に示す。図 5 (a) の研磨前の状態と比較すると、再付着物は完全に除去されなくなり、レジストの側壁と基板面とのなす角度 24 (以下これをテーパ角と呼ぶ) は研磨前に比べて小さくなり、レジストは研磨前の位置よりも後退

している。またレールの角部に微小な傾斜面9が形成されており、その大きさは幅約1μm高さ約0.5μmである。ただし、レール幅とレール溝深さは研磨前と比べ変化していない。再付着除去研磨加工の後、レジストを除去し、ヘッドブロック固定治具からブロックを剥離し、図1(g)に示す個々の磁気ヘッド1に切断する。この時点では個々の磁気ヘッドの浮上面1は治具への接着時のひずみや成膜時の応力によるひずみを原因として、図7(a)に示すようにわずかに凹形状に変形しており、その変形量は約0.25μmである。この変形を補正するための平面度補正研磨加工について図8を用いて説明する。図8において、1は磁気ヘッド、25は磁気ヘッドを支持する回転可能なヘッド研磨治具25、22は回転可能な定盤、23は研磨液である。磁気ヘッド1を研磨治具25に取り付け、回転する定盤22に研磨液23を供給しながら10数秒間浮上面2の研磨を行う。この平面度補正研磨加工によって浮上面は約0.25μm研磨され、その変形は図7(b)に示すように平面もしくはごくわずかな凸面に修正される。また、レールの角部の断面形状は図6(b)に示すように浮上面がわずかに研磨されることにより図6(a)と比較して傾斜面9がやや減少し、幅0.5μm高さ約0.25μmとなっている。また、保護膜は研磨されてなくなっている。この浮上面の平面度補正研磨加工後、個々の磁気ヘッドを図9に示すヘッド固定治具26に固定して洗浄を行った後、浮上面に保護膜をスパッタもしくはCVDにより成膜する。成膜後ヘッド固定治具26より取り外し図2に示す磁気ヘッドを得る。

【0015】以上述べたプロセスで作成された磁気ヘッドスライダのレールの角部の断面形状は図6(c)のようになり、微小な傾斜面9が存在する。その大きさは、傾斜面9の幅が約0.5μm高さが0.25μmである。また、この傾斜面が浮上面となす角度は約27度であり、レールの面積に対して傾斜面の面積が占める割合は約0.6%である。このようなプロセスで作成したレール底面の面粗さは約0.2μm以下である。レール幅及びレール溝深さは再付着除去研磨の前後で変化していない。

【0016】以上説明したように、イオンミリング後に再付着除去研磨加工を行うことによってレールの側壁及び浮上面に付着した再付着物は完全に除去され、微小な傾斜面が形成される。再付着が完全に除去されることにより、再付着物からなる突起が磁気ディスクを傷つける、落下した再付着物が読み書き時のエラーを生ずるといった不良は全く発生しない。さらに、図14に示すように、非直線形状のレールにチャンファを設けるとその浮上面は周速度15から35m/sにおいて約50から60nmであり、ディスク内外周での浮上面変動は約10nmとなり、浮上面、浮上面変動とともにチャンファがない場合に比べて低減されている。すなわち、微小な傾

斜面が付与されることにより浮上面を低減し、磁気ディスクの内周と外周の周速度の差に起因する浮上面の変動を抑制できるという効果が生じる。また、空気流出端においても傾斜面が形成されるため、磁気ディスク始動停止時の磁気ディスクと磁気ヘッド間の衝撃が緩和され、磁気ディスク、磁気ヘッド双方への損傷が防止される。本発明の磁気ヘッドスライダを磁気ディスク装置に搭載することにより、低浮上でかつ浮上面変動が少なく信頼性の高い磁気ディスク装置を提供することができる。

10 【0017】(比較例1)従来の非直線形状の磁気ヘッドスライダの作成プロセスの一例を図13を用いて説明する。レジストマスク形成までの工程は図1(a)～(d)に示す実施例1の工程と全く同じであり、以下の条件でイオンミリングを行う。イオンミリングの第1の工程において、イオンミリングガスにはアルゴンを用い、流量10sccm、真空度0.2Pa、ビーム電流密度0.8mA/cm²、加速電圧900V、ビーム入射角度0°、加工時間430分である。イオンミリングの第2の工程において、イオンミリングガスにはアルゴンを用い、流量10sccm、真空度0.2Pa、ビーム電流密度0.8mA/cm²、加速電圧900V、ビーム入射角度30°、加工時間140分である。このようなイオンミリング後のレジスト及びアルミナチタンカーバイドの側壁には図5(a)に示すような再付着物が付着している。イオンミリング後にレジストを除去した後、個々のスライダに切断し(f)、磁気ヘッドスライダ1'を得る。従来プロセスで作成された磁気ヘッドスライダのレールの断面形状は図5(b)のようになる。レジストを除去する事により、再付着物の大半はレジストと共に除去されるが、一部の再付着物は完全に除去されずにスライダの浮上面に残り、その高さは約0.05μmである。このような再付着物が浮上面に存在すると、磁気ディスク装置の始動時及び停止時に磁気ディスクにスクラッチをつけ、エラーの原因となる。また、再付着物がディスクとの接触により磁気ディスク上に落下しエラーの原因となる場合もある。さらに、低浮上の磁気ヘッドスライダにおいては、再付着物の高さが浮上面と同等であり浮上安定性に大きな支障を来す。

20 【0018】このような従来プロセスで作成された磁気ヘッドスライダのレールの角部には傾斜面は存在しない。また、傾斜面の保護膜は傾斜面の端部においても中央部と同じ膜厚を有している。このときのレール底面の面粗さは0.7μmである。

30 【0019】(実施例2)本発明の第2の実施例ではレールのイオンミリングによる形成の工程までは第1の実施例と同様であり、次なる条件で再付着除去研磨を行う。定盤22及び研磨布17の直径は300mm、チャック21と定盤22の回転数は、同方向に20r/min、チャック20の振動幅10mm、振動速度5mm/sec、研磨圧力10kPa、平均研磨速度80mm/sec、研磨布17と

40

50

してポリエステル不織布、研磨液 23 として水を用い、10 ml/min の量を滴下した。研磨時間は 10 分である。この再付着除去研磨加工後のレール角部の断面形状を図 15 (a) に示す。図 5 (a) の研磨前の状態と比較すると、再付着物は完全に除去されてなくなり、テーパ角 24 は研磨前に比べて小さくなり、レジストは研磨前の位置よりも後退している。またレールの角部に微小な傾斜面 9 が形成されており、その大きさは幅約 1 μm 高さ約 0.002 μm である。再付着除去研磨加工の後、レジストを除去し、ヘッドブロック固定治具からブロックを剥離し、図 1 (g) に示す個々の磁気ヘッド 1 に切断する。実施例 1 と同様にヘッドの変形を補正するための平面度補正研磨を行う。この加工後のレール角部の断面形状を図 15 (b) 及び (c) に示す。図 15 (b) は磁気ヘッド中央部のレールの断面形状、図 15 (c) は図 2 に示す磁気ヘッドのテーパ部 4 内の空気流出端近傍の断面形状である。平面度補正研磨により浮上面は約 0.25 μm 研磨され、レール中央部においてはレールの断面形状は図 15 (a) に示すように、再付着除去研磨により生じた傾斜面及び保護膜が研磨されてなくなり、ほぼ平面となっている。しかし約 0.7 度に研磨されたテーパ部の端部である空気流出端近傍においては、その高さが浮上面に比べ約 2.4 μm 低いため、平面度補正研磨加工により研磨されることはない。そのため空気流出端近傍においては、レールの断面形状は図 15 (b) に示すように図 15 (a) の平面度補正研磨前の状態に比べ変化がない。この浮上面補正研磨加工の後実施例 1 と同様に保護膜を成膜し磁気ヘッドを得る。以上述べたプロセスで作成された磁気ヘッドスライダのレールの角部の断面形状を図 15 (d) 及び (e) に示す。図 15 (d) は磁気ヘッド中央部のレールの断面形状、図 15 (e) は図 15 (c) と同じく空気流出端近傍のレールの断面形状である。図 15 (d) に示すように、テーパ部以外の浮上面のレールの角部には傾斜面は存在しない。しかしながら空気流出端近傍においてはレールの角部に微小な傾斜面 9 が存在する。その大きさは、傾斜面 3 の幅が約 1 μm 高さが 0.002 μm である。また、この傾斜面が浮上面となす角度は約 0.1 度であり、レールの面積に対して傾斜面の面積が占める割合は約 0.1 % である。このようなプロセスで作成したレール底面の面粗さは約 0.7 μm である。レール幅及びレール溝深さは再付着除去研磨の前後で変化していない。

【0020】以上説明したように、イオンミリング後に研磨液として水を用いて再付着除去研磨加工を行うことによって実施例 1 と同様にレールの側壁及び浮上面に付着した再付着物は完全に除去され。再付着物に起因する不良の発生を抑止できる。研磨液として水を用いて再付着除去研磨を行う場合に形成される傾斜面は、研磨液としてダイヤモンドスラリを使用して形成された傾斜面に比べ、その高さが 100 分の 1 以下と非常に小さい。そ

のため、その後の平面度補正研磨によりその微小な傾斜面はテーパ部をのぞいて除去されてしまうため、レール面積に対してごくわずかの傾斜面しか存在しないことになり、浮上特性を向上する効果は小さい。しかしながら、空気流出端においては傾斜面が形成されているため、磁気ディスク始動停止時の磁気ディスクと磁気ヘッド間の衝撃が緩和され、磁気ディスク装置の信頼性が向上するという効果が生じる。

【0021】(実施例 3) 本発明の第 3 の実施例ではレールのイオンミリングによる形成の工程までは第 1 の実施例と同様であり、次なる条件で再付着除去研磨を行う。定盤 22 及び研磨布 17 の直径は 300 mm、チャック 21 と定盤 22 の回転数は、同方向に 20 r/min、チャック 20 の振動幅 10 mm、振動速度 5 mm/sec、研磨圧力 20 kPa、平均研磨速度 80 mm/sec、研磨布 17 としてポリエステル不織布、研磨液 23 として水を用い、10 ml/min の量を滴下した。研磨時間は 30 分である。この再付着除去研磨加工後のレール角部の断面形状を図 16 (a) に示す。図 5 (a) の研磨前の状態と比較すると、再付着物は完全に除去されてなくなり、テーパ角 24 は研磨前に比べて小さくなり、レジストは研磨前の位置よりも後退している。またレールの角部に微小な曲面 41 が形成されており、その大きさは幅約 2 μm 高さ約 1.5 μm である。再付着除去研磨加工の後、レジストを除去し、ヘッドブロック固定治具からブロックを剥離し、図 1 (g) に示す個々の磁気ヘッド 1 に切断する。実施例 1 と同様にヘッドの変形を補正するための平面度補正研磨を行う。この研磨加工後のレール角部の断面形状を図 16 (b) に示す。レールの角部の断面形状は図 16 (b) に示すように浮上面がわずかに研磨されることにより図 16 (a) と比較して曲面 41 がやや減少し、幅約 1.7 μm 高さ約 1.3 μm となっている。また、保護膜は研磨されなくなっている。この平面度補正研磨加工の後実施例 1 と同様に保護膜を成膜し磁気ヘッドを得る。

【0022】以上述べたプロセスで作成された磁気ヘッドスライダのレールの角部の断面形状は図 16 (c) のようになり、微小な曲面 41 が存在する。その大きさは、傾斜面 3 の幅が約 1.7 μm 高さが 1.3 μm である。また、レールの面積に対して傾斜面の面積が占める割合は約 1.2 % である。このようなプロセスで作成したレール底面の面粗さは約 0.2 μm である。

【0023】以上説明したように、イオンミリング後に再付着除去研磨加工を行うことによって実施例 1 と同様にレールの側壁及び浮上面に付着した再付着物は完全に除去され、再付着物に起因する不良が抑止される。また、実施例 1 と同様にレールの角部に傾斜面が形成されるため浮上特性が向上する。また、空気流出端においても傾斜面が形成されるため、磁気ディスク始動停止時のディスク、ヘッド間の衝撃が緩和され、磁気ディスク装

置の信頼性が向上する。

【0024】(実施例4) 本発明の第4の実施例ではレールのイオンミリングによる形成の工程までは第1の実施例と同様であり、次なる条件で再付着除去研磨を行う。定盤22及び研磨布17の直径は300mm、チャック21と定盤22の回転数は、同方向に20r/min、チャック20の揺動幅10mm、揺動速度5mm/sec、研磨圧力10kPa、平均研磨速度80mm/sec、研磨布17としてポリエスチル不織布、研磨液23として水を用い、10ml/minの量を滴下した。研磨時間は10分である。この再付着除去研磨加工後のレール角部の断面形状を図17(a)に示す。図5(a)の研磨前の状態と比較すると、再付着物は完全に除去されてなくなり、テーパ角24は研磨前に比べて小さくなり、レジストは研磨前の位置よりも後退している。またレールの角部に微小な傾斜面9が形成されており、その大きさは幅約1μm高さ約0.002μmである。さらに、傾斜面の保護膜は研磨加工によりその膜厚が減少している。再付着除去研磨加工の後、レジストを除去し、ヘッドブロック固定治具からブロックを剥離し、図1(g)に示す個々の磁気ヘッド1に切断する。ここでは平面度補正研磨は行わない。

【0025】以上述べたプロセスで作成された磁気ヘッドスライダのレールの角部の断面形状は図17(b)のようになり、微小な傾斜面9が存在する。その大きさは、傾斜面9の幅が約1μm高さが0.002μmである。さらに、浮上面に形成された保護膜の傾斜面の端部における膜厚はレールの中央部の保護膜の膜厚に比べ薄くなっている。また、この傾斜面が浮上面となす角度は0.1度であり、レールの面積に対して傾斜面の面積が占める割合は約0.1%である。このようなプロセスで作成したレール底面の面粗さは約0.7μmである。レール幅及びレール溝深さは再付着除去研磨の前後で変化していない。

【0026】以上説明したように、イオンミリング後に研磨液として水を用いて再付着除去研磨加工を行うことによって実施例1と同様にレールの側壁及び浮上面に付着した再付着物は完全に除去され、再付着物に起因する不良が抑止される。また、実施例1と同様にレールの角部に傾斜面が形成されるため浮上特性が向上する。また、空気流出端においても傾斜面が形成されるため、磁気ディスク始動停止時のディスク、ヘッド間の衝撃が緩和され、磁気ディスク装置の信頼性が向上する。

【0027】(実施例5) 本発明の第5の実施例を図1を用いて説明する。本発明の第5の実施例では第1図(c)に示すレジスト形成のプロセスまでは第1の実施例と同様であり、次なるエッティング加工を行う。第5の実施例においては反応性イオンエッティング(以下RIEと呼ぶ)によりエッティング加工を行う。図20は公知の高周波誘導方式のRIE装置である。図20において、

13はアルミニナチタンカーバイド、29は真空ポンプ、30は試料交換室、35はガス導入口、36はプラズマ、38はコイルである。本装置は従来のRIE装置に比べプラズマ密度が高いという特徴を持つ。ガス導入口35よりエッティングガスを供給しコイル38に印加した高周波電力によりプラズマ36を励起し、基板にバイアス電圧をかけることによりイオンは基板へ入射し加工が行われる。RIEにはSF6とアルゴンの混合ガスを用い、流量15sccm、真空中度0.5Pa、バイアス電圧500V、加工時間100分である。このようにして加工されたレール3の溝深さは約10μmである(e)。このときのレールの断面形状を図18(a)に示す。アルミニナチタンカーバイドとレジストの側壁全体にかけて再付着物19が付着している。そこで、RIE後、研磨布17を用いて研磨加工(f)を行い、RIE時に生じた再付着物を除去する。実施例1と同様に以下の条件で研磨加工を行う。定盤22及び研磨布17の直径は300mm、チャック21と定盤22の回転数は、同方向に20r/min、チャック20の揺動幅10mm、揺動速度5mm/sec、研磨圧力10kPa、平均研磨速度80mm/sec、研磨布17としてポリエスチル不織布、平均粒径0.25μmのダイヤモンドスラリを用い、10ml/minの量を滴下した。研磨時間は10分である。この再付着除去研磨加工後のレール角部の断面形状を図18(b)に示す。図18(a)の研磨前の状態と比較すると、再付着物は完全に除去されてなくなり、テーパ角24は研磨前に比べて小さくなり、レジストは研磨前の位置よりも後退している。またレールの角部に微小な傾斜面が形成されており、その大きさは幅約1μm高さ約0.5μmである。再付着除去研磨加工の後、レジストを除去し、ヘッドブロック固定治具からブロックを剥離し、図1(g)に示す個々の磁気ヘッド1に切断する。さらに、実施例1と同様にヘッドの変形を補正するための平面度補正研磨を行う。この研磨加工後のレール角部の断面形状を図18(c)に示す。レールの角部の断面形状は図18(c)に示すように浮上面がわずかに研磨されることにより図18(b)と比較して傾斜面がやや減少し、幅約0.5μm高さ約0.25μmとなっている。また、保護膜は研磨されなくなっている。この浮上面補正研磨加工の後実施例1と同様に保護膜を成膜し磁気ヘッドを得る。

【0028】以上述べたプロセスで作成された磁気ヘッドスライダのレールの角部の断面形状は図18(d)のようになり、微小な傾斜面9が存在する。その大きさは、傾斜面3の幅が約0.5μm高さが0.25μmである。また、この傾斜面が浮上面となす角度は27度であり、レールの面積に対して傾斜面の面積が占める割合は約0.6%である。このようなプロセスで作成したレール底面の面粗さは約0.2μm以下である。レール幅及びレール溝深さは再付着除去研磨の前後で変化してい

ない。

【0029】以上説明したように、R I E 後に再付着除去研磨加工を行うことによって実施例1と同様にレールの側壁及び浮上面に付着した再付着物は完全に除去され、再付着物に起因する不良が抑止される。また、実施例1と同様にレールの角部に傾斜面が形成されるため浮上特性が向上する。また、空気流出端においても傾斜面が形成されるため、磁気ディスク始動停止時のディスク、ヘッド間の衝撃が緩和され、磁気ディスク装置の信頼性が向上する。

【0030】

【発明の効果】本発明により、レールの浮上面に付着した再付着物は完全に除去され磁気ディスク装置の信頼性が向上する。また、微小な傾斜面が設けられることにより浮上姿勢の安定性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気ヘッドスライダの製造方法を示す図である。

【図2】本発明の磁気ヘッドスライダを示す図である。

【図3】本発明の磁気ヘッドスライダの製造方法を示す図である。

【図4】本発明の再付着除去研磨加工の概念図である。

【図5】実施例1の磁気ヘッドスライダの拡大断面図である。

【図6】実施例1の磁気ヘッドスライダの拡大断面図である。

【図7】実施例1の磁気ヘッドスライダの側面図である。

【図8】平面度補正研磨加工の概念図である。

【図9】本発明の磁気ヘッドスライダの製造方法を示す図である。

【図10】磁気ヘッドの浮上状態を説明する図である。

【図11】従来の磁気ヘッドスライダ及びその加工方法を示す図である。

【図12】従来の非直線形状の磁気ヘッドスライダを示す図である。

【図13】従来の磁気ヘッドスライダの製造方法を示す図である。

【図14】磁気ヘッドスライダの周速度と浮上量の関係

を示す図である。

【図15】実施例2の磁気ヘッドスライダの拡大断面図である。

【図16】実施例3の磁気ヘッドスライダの拡大断面図である。

【図17】実施例4の磁気ヘッドスライダの拡大断面図である。

【図18】実施例5の磁気ヘッドスライダの拡大断面図である。

10 【図19】イオンミリング装置の構成図である。

【図20】R I E 装置の構成図である。

【図21】再付着形成の概念図である。

【図22】イオンビーム入射角度とイオンミリング速度の関係を示す図である。

【図23】従来の磁気ヘッドスライダの拡大断面図である。

【図24】研磨布のS E M写真である。

【図25】研磨布における圧力と変形量の関係を示す図である。

20 【符号の説明】

1…磁気ヘッド、 1'…磁気ヘッド、 2…浮上面、 3…レール

4…テーパ部、 5…磁気素子、 6…磁気素子形成部、 7…空気流入端、 8…空気流出端、 9…傾斜面、 10…板バネ、 11…磁気ディスク、

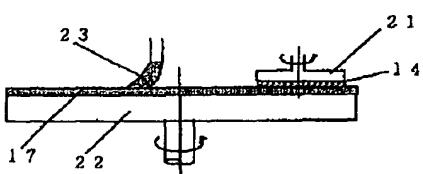
12…浮上量、 13…アルミニウムカーバイド、 14…ヘッドブロック、 15…保護膜、 16…レジスト、 17…研磨布、 18…ヘッドブロック固定治具、 19…再付着物、 19a…再付着物、 20

30 …ヘッドブロック研磨治具、 21…チャック、 22…定盤、 23…研磨液、 24…テーパ角、 25…ヘッド研磨治具、 26…ヘッド固定治具、 27…砥石、 28…試料ホルダ、 29…真空ポンプ、

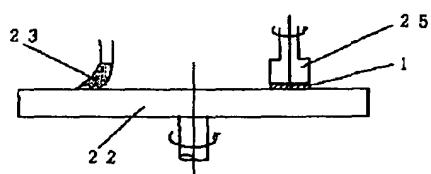
30…試料交換室、 31…永久磁石、 32…ソレノイドコイル、 33…マイクロ波、 34…マイクロ波発振器、 35…ガス導入口、 36…プラズマ、

37…引き出し電極、 38…コイル、 39…イオンビーム、 40…空気流、 41…曲面

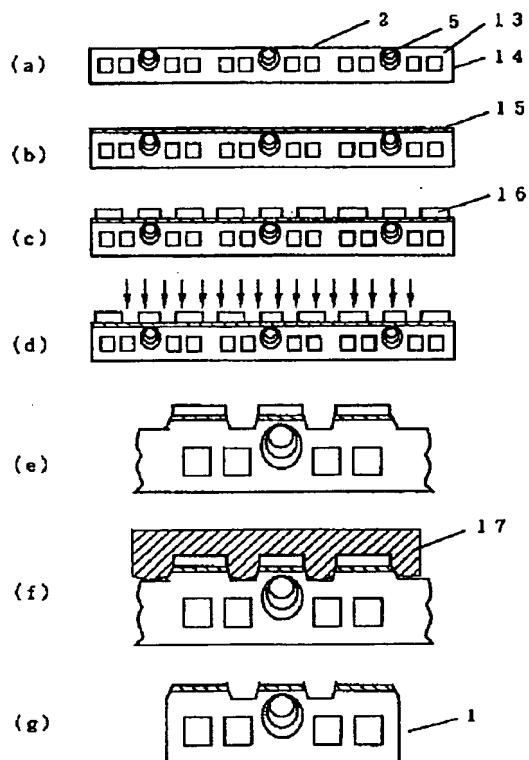
【図4】



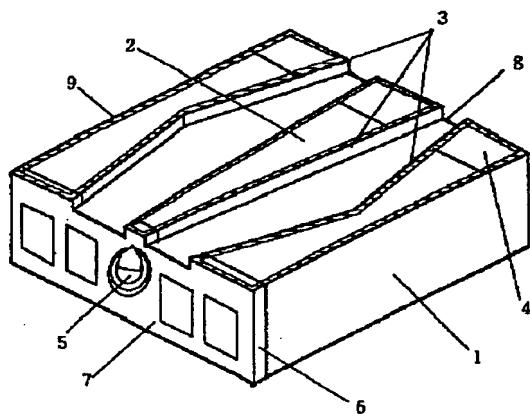
【図8】



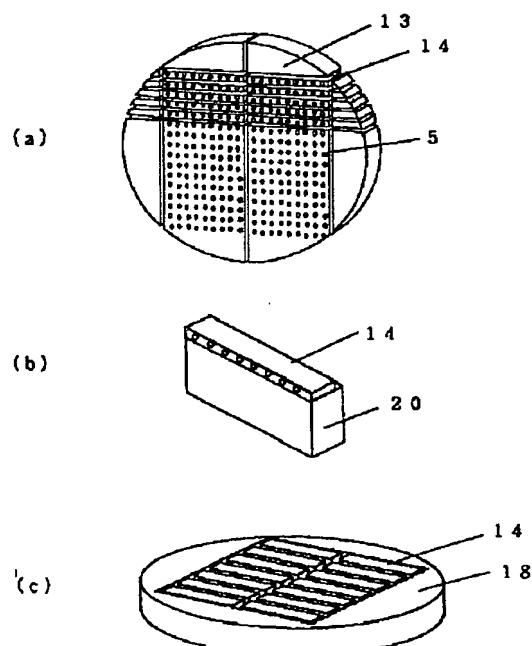
【図 1】



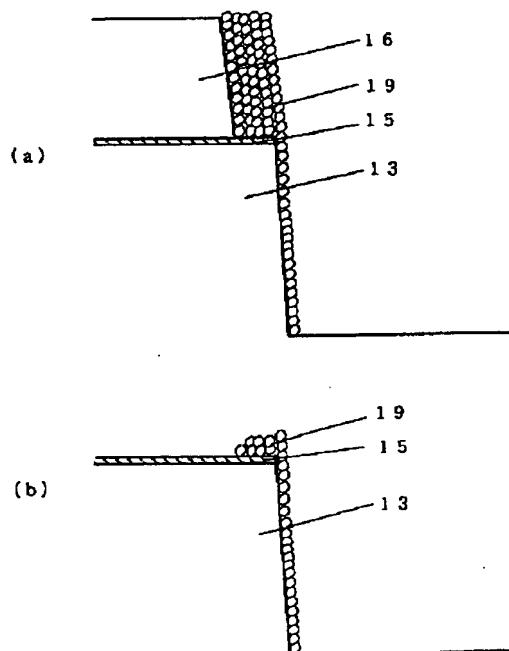
【図 2】



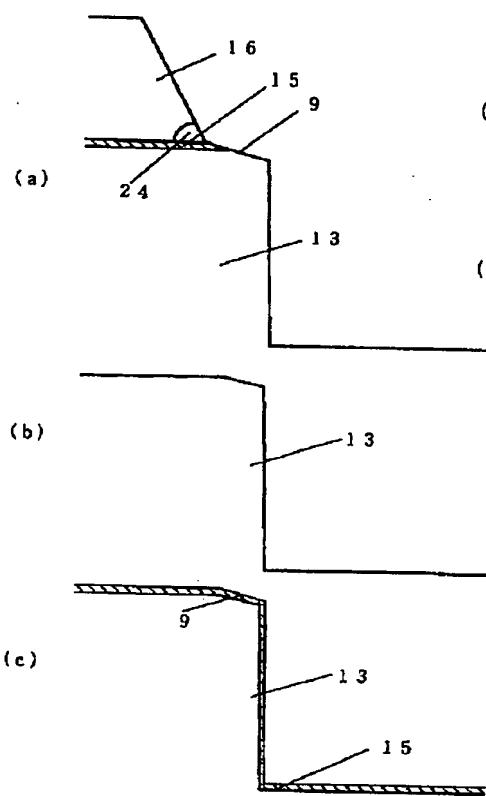
【図 3】



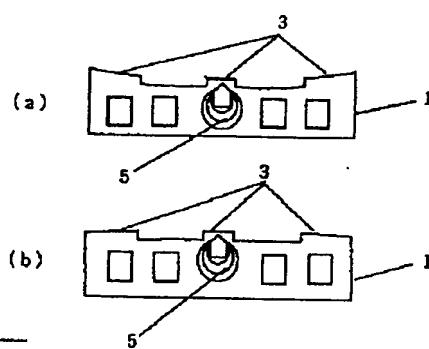
【図 5】



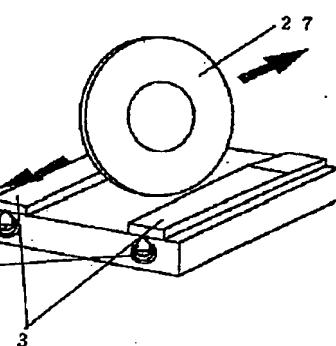
【図 6】



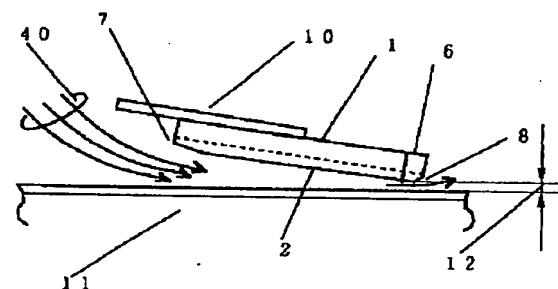
【図 7】



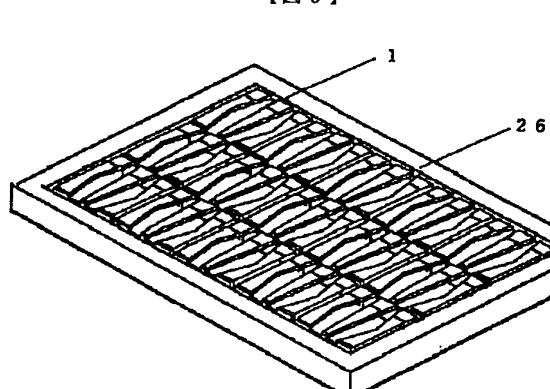
【図 11】



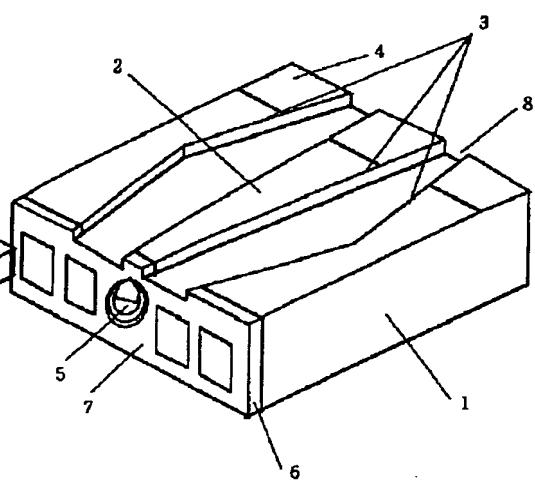
【図 10】



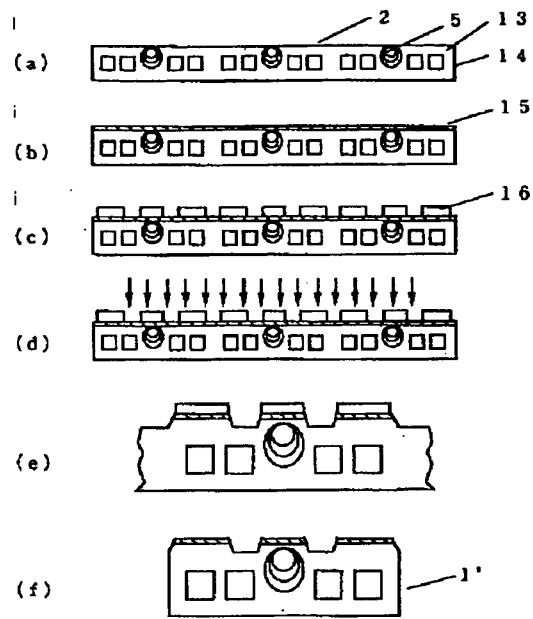
【図 9】



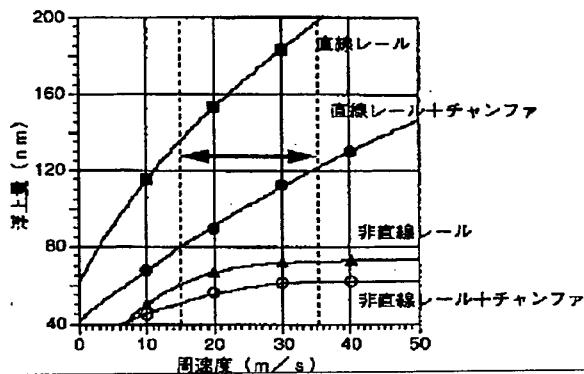
【図 12】



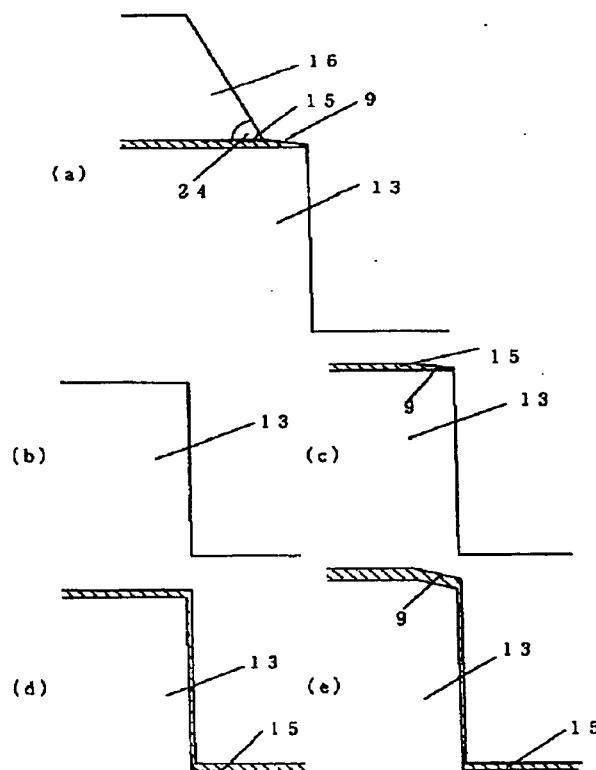
【図 1 3】



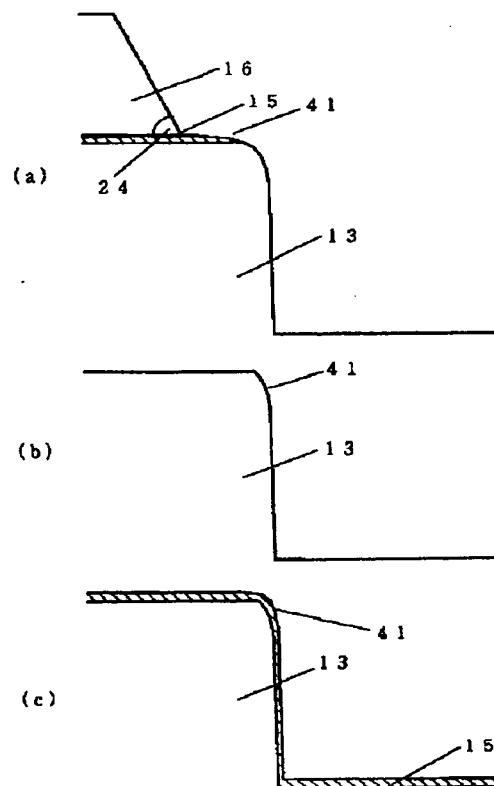
【図 1 4】



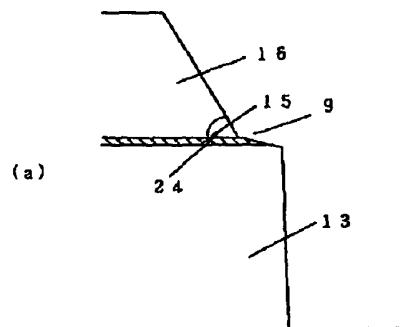
【図 1 5】



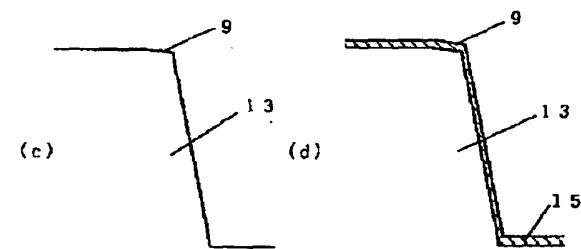
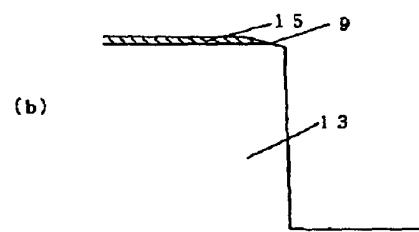
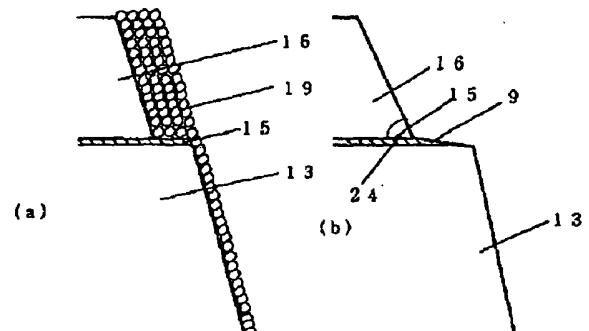
【図 1 6】



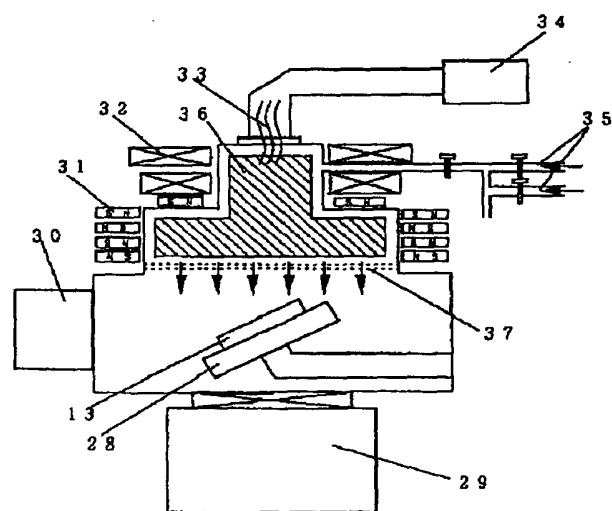
【図 17】



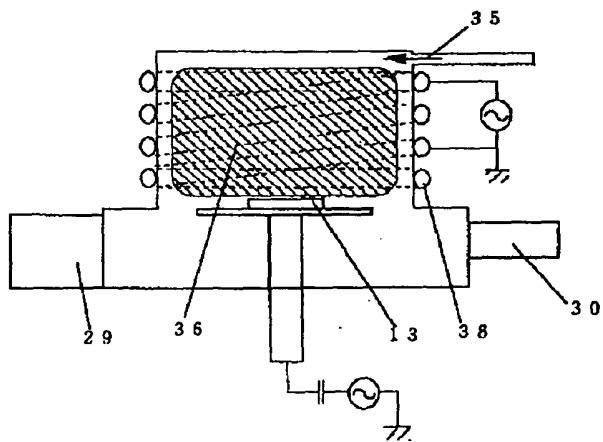
【図 18】



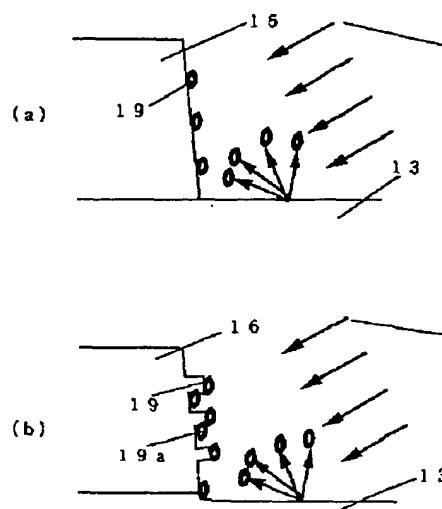
【図 19】



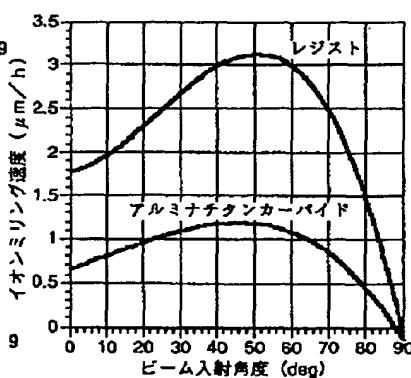
【図 20】



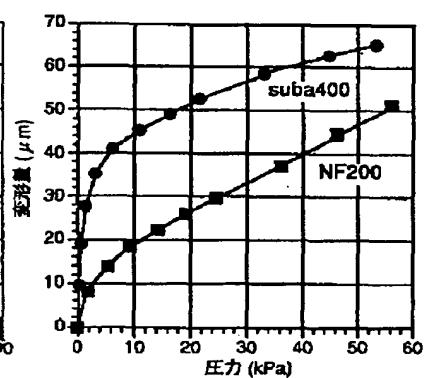
【図 2 1】



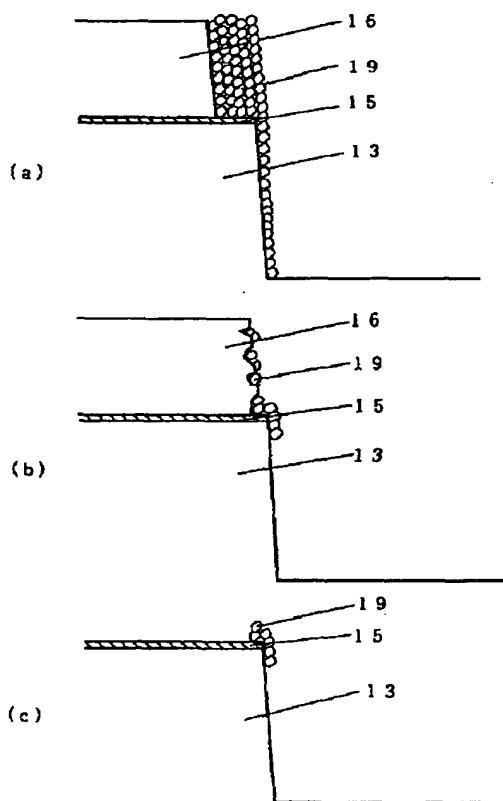
【図 2 2】



【図 2 5】

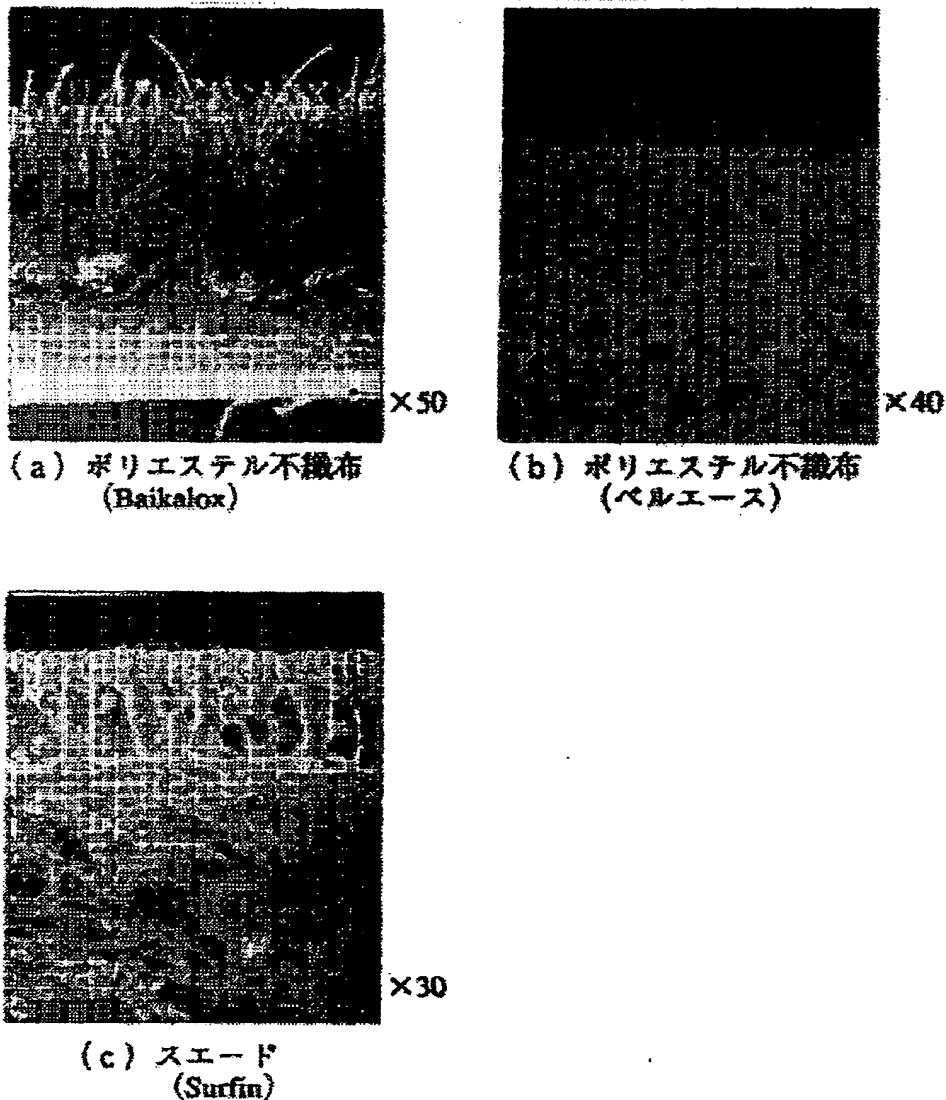


【図 2 3】



【図 24】

顕微鏡写真



フロントページの続き

(72) 発明者 藤沢 政泰

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 292 番地
株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 鈴木 三郎

神奈川県小田原市国府津 2880 番地
株式会社日立製作所ストレージシステム事業部
内

(72) 発明者 戸川 衛星

神奈川県小田原市国府津 2880 番地
株式会社日立製作所ストレージシステム事業部
内

(72) 発明者 斎木 敦行

神奈川県小田原市国府津 2880 番地
株式会社日立製作所ストレージシステム事業部
内

(72) 発明者 鈴木 信男

神奈川県小田原市国府津 2880 番地株式
会社日立製作所ストレージシステム事業部
内

(72) 発明者 上利 宏司

神奈川県小田原市国府津 2880 番地株式
会社日立製作所ストレージシステム事業部
内

(72) 発明者 赤松 潔

神奈川県小田原市国府津 2880 番地株式
会社日立製作所ストレージシステム事業部
内

(72) 発明者 千葉 拓

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 292 番地株
式会社日立製作所生産技術研究所内